



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



THAIS SOARES FERNANDES

**PROPOSTA DE MELHORIA NO MACROPROCESSO PRODUTIVO DE
SISTEMA DRYWALL**

UBERLÂNDIA

2020

THAIS SOARES FERNANDES

**PROPOSTA DE MELHORIA NO MACROPROCESSO PRODUTIVO DE
SISTEMA DRYWALL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Uberlândia, como pré-requisito para
a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Eliane Betânia
Carvalho Costa

UBERLÂNDIA

2020

PROPOSTA DE MELHORIA NO MACROPROCESSO PRODUTIVO DE SISTEMA DRYWALL

Thais Soares Fernandes¹, Eliane Betânia Carvalho Costa²

¹Aluna de graduação em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia

² Prof. Dra. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo mapear o macroprocesso adotado por uma empresa fornecedora de sistema *drywall*, identificando os principais gargalos e propondo melhorias para desperdícios na cadeia produtiva. Para o objeto de estudo, foi escolhida uma edificação que compreendesse os principais serviços prestados pela empresa, paredes de gesso acartonado e fechamento em placa cimentícia. A identificação dos processos e subprocessos utilizados pela empresa foi feito com base em documentos e acompanhamento da execução da obra. A partir da definição do macroprocesso foram determinados o tempo de ciclo, o *takt time* e o *lead-time* de cada subprocesso. A determinação desses parâmetros juntamente com a análise do coeficiente α permitiram identificar os gargalos que geram atrasos e lentidão no processo. Os resultados mostraram que a checagem de material em estoque e a compra de material são subprocessos críticos que precisam ser melhorados, e para a otimização do sistema é necessário reduzir 30% do *lead-time* obtido.

Palavras-chave: Construção enxuta; gesso acartonado; gerenciamento de processos; *takt time*; *lead-time*.

ABSTRACT

This study aimed to map the macro process adopted by a drywall supplier enterprise, identifying the main bottlenecks and proposing improvements to reduce waste in this production chain. For this purpose, it was chosen a building that use the main services provide by the company, drywall and cementitious plate walls. The identification of the process and sub-process used by company was determined based on documents and monitoring of the execution of the work. The cycle time and takt time and lead-time of each sub process were determined from the definition of the macro process. The identification of these parameters and α coefficient allowed identifying the bottlenecks that generate delays and slowness in the process. The results showed that the checking and purchasing material are critical sub process that need to be improved and it is necessary to reduce 30% of lead-time obtained to optimize the system.

Keywords: Lean construction; drywall; management process; takt time; lead-time.

1 INTRODUÇÃO

O método construtivo representado pelo sistema *drywall*, também conhecido como parede de gesso ou gesso acartonado, tem sido sinônimo de inovação na construção civil. Com

o desenvolvimento tecnológico e a busca por sistemas que possibilitam a padronização e racionalização, o sistema ganha notoriedade na construção por aspectos de produtividade, qualidade, custo e eficiência (SCHEIDEGGER, 2019). Geralmente, na construção de uma edificação, a execução desse fica a critério de uma empresa terceirizada, sendo essa responsável pelo macroprocesso de produção de paredes de *drywall*.

O macroprocesso é um agrupamento de processos inter-relacionados a partir de uma sequência lógica de forma que o produto final seja alcançado, seja ele bens ou serviços. A identificação dos processos e subprocessos tem sido realizada por meio da metodologia de gerenciamento de processos no macroprocesso construtivo. Essa metodologia, empregada por organizações manufatureiras e prestadoras de serviços, tem o intuito de fomentar a melhoria contínua visando reduzir as perdas e imprevistos na produção, resultando em maior qualidade e menor custo a partir da geração de valor com a satisfação do cliente (SILVA, 2000; SANTOS; SANTOS, 2017). De acordo com Lima (1998) essa metodologia busca definir, analisar e melhorar o processo, diminuindo desperdícios decorrentes do mesmo. Sendo assim, a adoção do método se enquadra nos conceitos de construção enxuta.

A construção enxuta, filosofia proposta por Koskella, é definida por um conjunto de princípios que garantem a gestão de processos, são eles: diminuir a parcela de atividades que não agregam valor; considerar as necessidades dos clientes como fator definidor do valor do produto; diminuir a variabilidade e o tempo de ciclo; resumir o número de partes do processo; aumentar a flexibilidade de saída e transparência; desenvolver o controle no processo global; aplicar a melhoria contínua; implementar melhorias nas atividades de fluxo e conversão; e por fim, realizar *benchmarking* (SEBRAE, 2000).

A partir dessa filosofia, um processo de produção reúne dois grupos de atividades, as que agregam valor e as que não agregam, mas são importantes na obtenção de um produto final. O desperdício compreende as atividades que não agregam valor e podem ser eliminadas do processo (SEBRAE, 2000). A capacidade de produção e suas restrições também devem ser analisadas, como apontam Fazinga e Saffaro (2012). Para estes autores, o recurso mais lento do processo é chamado de gargalo e detém a velocidade final da produção, determinando também a capacidade de produção.

O tempo de produção tem sido analisado a partir da determinação do tempo de ciclo, *takt time* e *lead-time*. O tempo de ciclo, é restrito ao tempo necessário para conclusão de apenas uma atividade do processo; o *takt time*, define o ritmo de produção considerando a demanda, sendo limitado pelas restrições de capacidade de todo o processo ou de uma etapa do mesmo (ALVAREZ; ANTUNES, 2001); e o *lead-time* compreende o intervalo de tempo entre o início

da produção, com a entrada de matéria prima, e o produto final, passando por todas as atividades necessárias para o resultado almejado (BULHÕES; PICCHI, 2011).

Dada a importância em reconhecer e explicitar esses conceitos dentro de um processo construtivo, este trabalho tem como objetivo mapear o macroprocesso adotado por uma empresa fornecedora de sistema *drywall*, identificando os principais gargalos e propondo melhorias que minimizem desperdícios na cadeia produtiva.

2 METODOLOGIA

Para o presente trabalho foi feito o acompanhamento e análise de processos adotados por uma empresa da área de construção a seco do interior de Minas Gerais. A empresa atua em obras, em sua maioria, de grande porte e fora da cidade sede. Inicialmente, a atuação compreendia na execução de paredes de gesso acartonado e forro de gesso estruturado, nos últimos anos foram incluídos serviços de fechamentos em placa cimentícia.

Neste estudo foram analisados os processos relacionados a prestação de serviço pela empresa, considerando desde o contato inicial com o cliente até a análise financeira sobre o saldo da obra. Tal análise foi adotada visando identificar os possíveis gargalos em todos os processos, não se restringindo à etapa de execução do método construtivo em obra. Para isso, foi escolhida uma edificação que compreendesse os principais serviços prestados pela empresa.

A obra analisada refere-se à construção da enfermaria de um hospital, situado a 40 km da sede da empresa, com 350 m² de área construída. Foram executados 300 m² de parede composta por gesso acartonado e painel cimentício; 400 m² de parede de gesso acartonado; 278 m² de forro de gesso estruturado; e 110 m² de parede com painel cimentício. Para a realização desses serviços, a empresa contou com três equipes, sendo cada equipe composta por dois gesseiros profissionais e dois ajudantes.

2.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO

A análise dos processos envolvidos na prestação de serviços foi realizada com base nos dados obtidos junto aos documentos cedidos pela empresa tais como: planilha orçamentária, fichas de controle de pedidos de materiais para a obra, planilha da análise financeira, contratos, entre outros. Além disso, também foi feito o acompanhamento na empresa em cada fase da obra, desde o contato inicial com o cliente até as etapas de execução.

O mapeamento do processo produtivo adotado pela empresa foi realizado a partir da definição do macroprocesso, processos e subprocessos envolvidos na execução da obra. Neste

caso, a execução da obra com o sistema *drywall* e fechamento em placa cimentícia. Por sua vez, os processos construtivos são divididos em subprocessos e, em alguns casos em atividades. Esses representam as ações necessárias para produzir um resultado específico, entregando um produto determinante para o desenvolvimento da obra.

Para cada processo foram identificados o fornecedor, os subprocessos e o cliente, como mostrado na Figura 1. Nesta fase, foram analisados os subprocessos com maiores potenciais de melhorias e aplicações de conceitos que permitem apontar gargalos presentes no macroprocesso, ou seja, possíveis sequenciamentos que podem ocasionar em lentidão do processo.

Figura 1 – Definição das etapas de sequenciamento de um processo, fornecedor, cliente e subprocessos



Fonte: A autora.

Os subprocessos críticos, assim chamados, foram escolhidos a partir de critérios como maior duração e/ou grande possibilidade de influência no tempo total da obra caso ocorra atrasos. Essas etapas determinam o ritmo da obra.

2.2 DETERMINAÇÃO DOS TEMPOS DE PRODUÇÃO

O tempo de produção da obra executada foi determinado para cada subprocesso, sendo estabelecidos pelo *takt time* calculado e tempo de ciclo. O *takt time* é definido como sendo a relação entre o tempo operacional de demanda e o volume de produção (Equação 1).

$$TAKT\ TIME = \frac{TEMPO\ OPERACIONAL\ DEMANDA}{VOLUME\ DE\ PRODUÇÃO} \quad (Equação\ 1)$$

O *takt time* calculado de forma isolada não leva em consideração a capacidade de um macroprocesso. Para que este possa ser útil na classificação das operações é preciso estabelecer os limites da capacidade do sistema que cerceiam a demanda. Para isto, calcula-se também o tempo de ciclo a partir da relação entre o tempo operacional de capacidade e o volume de produção (Equação 2).

$$TEMPO DE CI CLO = \frac{TEMPO OPERACIONAL \cdot CAPACIDADE}{VOLUME DE PRODUÇÃO} \quad (\text{Equação 2})$$

Em situações reais, descontam-se do tempo de produção as paradas obrigatórias, intervalos necessários por questões ergonômicas ou manutenção do maquinário, resultando no tempo operacional, como mostra a Equação 3 (ALVAREZ; ANTUNES, 2001).

$$TEMPO OPERACIONAL = TEMPO DE PRODUÇÃO - INTERVALOS NECESSÁRIOS \quad (\text{Equação 3})$$

A fim de estabelecer um parâmetro que permita a comparação entre diferentes etapas foi calculado o coeficiente α a partir da relação entre o tempo de ciclo e o *takt time* de cada subprocesso (Equação 4). Estas duas variáveis evidenciam a relação entre tempo por capacidade ou demanda, respectivamente.

$$\alpha = \frac{TEMPO DE CI CLO}{TAKT TIME} \quad (\text{Equação 4})$$

Os subprocessos são classificados em processos insatisfatórios (para valores de α menores que 1), processos ajustados (quando tempo de ciclo e *takt time* são iguais) e processos subutilizados (valores de α maiores que 1). Sendo assim, quanto mais próximo de 1, o valor de α , mais eficiente o subprocesso é dentro do sequenciamento do macroprocesso. Ainda assim, os valores diferentes de 1 apontam etapas que podem caracterizar os gargalos dentro do sistema, requerendo análise detalhada.

O *lead-time* real também foi determinado para verificação da capacidade do sistema relacionado ao tempo de ciclo de cada subprocesso. Esse parâmetro é obtido a partir da diferença entre as datas de início e final da obra (parâmetros de demanda), como estabelecido na Equação 5.

$$LEAD - TIME = DATA FINAL - DATA INICIAL \quad (\text{Equação 5})$$

Após definição do macroprocesso e determinação dos tempos de produção, esses foram analisados visando identificar os gargalos durante o processo de produção. Essa etapa foi importante para propor melhorias do macroprocesso visando minimizar os atrasos proporcionados pelos subprocessos críticos. A análise foi desenvolvida conforme os fatores mostrados na Figura 2.

Figura 2 – Fatores adotados para proposição de melhoria contínua dos processos analisados



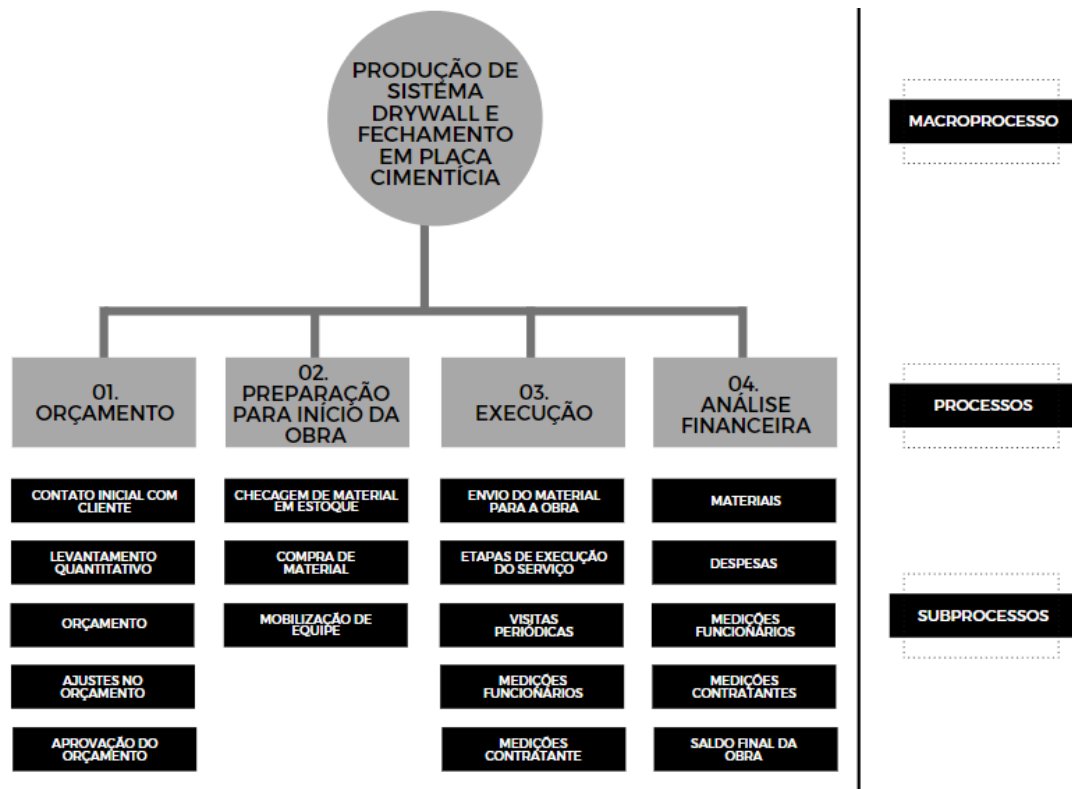
Fonte: A autora.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 MACROPROCESSO DE PRODUÇÃO

Na Figura 3 está apresentado o macroprocesso, processos e subprocessos adotado pela empresa para a prestação de serviços referente a produção de sistema *drywall* e fechamento em placa cimentícia. Esse macroprocesso foi estabelecido baseado nas informações, observações e acompanhamento desde o contato inicial com o cliente até as etapas finais de análise do departamento financeiro da empresa.

Figura 04 – Macroprocesso, processos e subprocessos adotados pela empresa para prestação de serviços de produção de sistemas gesso acartonado e placa cimentícia



Fonte: A autora.

Os processos foram divididos em quatro itens, são eles: fase de orçamento, preparação para início da obra, execução e análise financeira. Na Figura 4 está apresentado os subprocessos referente a Fase de Orçamento (processo 01).

Figura 04 – Processo 01: Orçamento



Fonte: A autora.

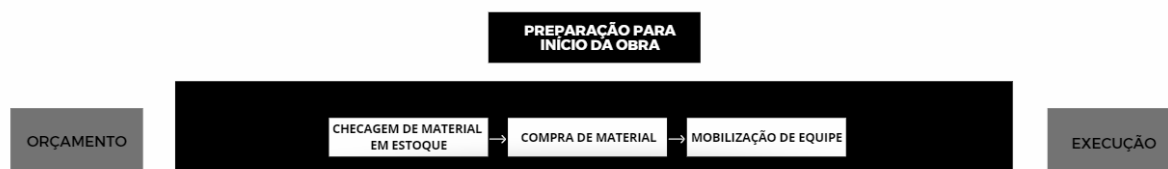
A fase de definição do orçamento, inicia-se com o contato do cliente, em sua maioria, por meio de ligação telefônica ou e-mail. Posteriormente a esse contato, o projeto passa a ser analisado para a extração de quantitativos e entrega do orçamento. O quantitativo pode ser fornecido pelo próprio cliente, medido *in loco* ou obtido por análise de projetos. Por se tratar ainda de uma área pouco conhecida e apresentar particularidades no orçamento, como tipologias de paredes ou tipos específicos de fechamentos adotados, a última opção define-se como sendo a mais confiável uma vez que é possível ter acesso aos projetos na maioria dos casos.

Nesta situação, o projeto é enviado a equipe de Engenharia, composta por duas pessoas, que analisa as singularidades de cada caso, tais como: condições de fixação do forro de gesso estruturado na cobertura, pé direito do local, distância entre forro e a cobertura, presença de forro modular definido pela arquitetura do projeto, tipologia de paredes (*standard*, resistentes à umidade e ao fogo), altura e espessura das paredes que definirão a estrutura das mesmas, necessidade de isolamentos acústico e térmico, entre outros fatores. Em posse dos quantitativos e definição das particularidades do sistema adotado, a planilha orçamentária é preenchida com preços unitários e enviada ao cliente. Esta pode sofrer ajustes, como alteração no quantitativo, definição da forma de pagamento e condições de entrega do sistema. Após os ajustes necessários, o orçamento é aprovado pelo cliente.

O fornecedor é quem solicita o orçamento (cliente final ou construtora) e o cliente, é quem aguarda para a execução do processo subsequente, neste caso os responsáveis pela preparação da obra. Nessa fase, todos os subprocessos foram considerados críticos e analisados separadamente, pois podem comprometer a preparação para o início da obra.

Na fase preparatória para o início da obra, processo 02 conforme mostrado na Figura 05, a equipe de engenharia deve checar o material em estoque, comprar o material e mobilizar a equipe de funcionários que irá executar o serviço.

Figura 05 – Processo 02: Preparação para o início da obra



Fonte: A autora.

A partir do levantamento de quantitativos da etapa anterior foi determinada a lista principal de materiais utilizados para a execução do sistema, indicando a importância de estabelecer na fase de ajuste do orçamento, o quantitativo mais próximo da realidade para que não aconteça grandes imprevistos com o material, desencadeando alterações de custos da obra com uma compra em excesso ou não prevista. A mobilização da equipe ocorre de forma paralela checando a disponibilidade dos profissionais, definindo quantidade de equipes e de que forma elas se organizam de acordo com parâmetros de demanda e capacidade do sistema. Nesse processo, o fornecedor é representado pelo orçamento e o cliente pela fase de execução da obra. Todos os subprocessos também foram considerados como críticos e analisados separadamente.

O processo 03 apresenta um conjunto de atividades determinantes para a execução da obra, como ilustrado na Figura 6. O fornecedor é representado pela equipe responsável para o início da obra e o cliente pela análise financeira.

Figura 06 – Processo 03: Execução da obra



Fonte: A autora.

A primeira subdivisão é o envio do material necessário para a etapa de execução do serviço. Por ser tratar de um sistema específico, distinguindo-se dos métodos construtivos convencionais, esse processo é mais complexo para o entendimento do contratante do serviço. Muitas vezes, a velocidade, flexibilidade e a dinâmica dos sistemas não são compreendidas e o método diminui sua vantagem competitiva. Por isto, a necessidade de esclarecer o subprocesso das etapas de execução desde as primeiras reuniões com os clientes externos, deixando explícito

as condições que o contratante deve fornecer para evitar atrasos decorrentes de outras atividades na obra.

Conforme mencionado anteriormente, empresa realiza três principais serviços: forro de gesso estruturado, montagem de parede de *drywall*, fechamento em placa cimentícia com estrutura *steel frame*. A montagem do forro é realizada com o aparafusamento de painéis *standard* de 12,5mm de espessura em perfis de aço galvanizado chamados de canaletas, suspensas por tirantes de arame com 10 mm de diâmetro e reguladores responsáveis pelo nivelamento da estrutura. Os espaços provenientes dos encontros de placas recebem o acabamento com massa de rejunte própria para *drywall* e fita JT, fabricada com papel micro perfurado e possibilitando uma aderência maior entre a placa e a massa, o que evita o risco de fissuramento com o decorrer da vida útil do sistema. Esse tratamento das juntas resulta em um sistema monolítico, resistente e leve quando comparado com outros tipos de forro. O perímetro do forro é executado com cantoneira ou junta de dilatação (chamada usualmente de tabica metálica) com o objetivo de evitar o aparecimento de fissuras a partir da movimentação entre materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica.

O subprocesso da montagem de paredes de *drywall* compreende quatro principais atividades: marcação das paredes, execução da estrutura, chapeamento e acabamento das placas. A locação e a fixação dos perfis metálicos horizontais, chamados de guias, no piso tem o intuito de direcionar a divisória de gesso e orientar locais de referência como os eixos das paredes e vãos de portas. São utilizadas guias inferiores e superiores, estas últimas instaladas no topo da parede. A fixação das guias inferiores no piso é feita com parafuso e bucha ou pinos de aço com o uso de pistola. A atividade seguinte é definida pela colocação dos montantes de *drywall* (chapa com espessura de 0,50 mm) fixados com parafusos específicos e espaçados em distâncias determinadas de acordo com detalhes de projeto, de no máximo 60 cm.

Após a colocação dos montantes, ocorre o chapeamento de painéis. As placas de gesso acartonado resistente à umidade ou ao fogo são fixadas com parafusos de *drywall*. É importante observar e respeitar o uso correto dos tipos de parafusos, distância entre eles, a fixação nas placas e perfis de modo que esses não comprometam a qualidade do sistema. Por último, a fase de acabamento é realizada de forma semelhante ao tratamento de juntas do sistema de forro de gesso estruturado, por ser tratar do mesmo material. Nesse caso, utiliza-se massa de rejunte específica para *drywall* e fita microp perfurada JT.

Para áreas externas, a empresa tem executado fechamento com placa cimentícia para evitar o surgimento de patologias, visto que é um sistema ainda mais sensível devido o contato direto com intempéries e cargas de vento. Esse sistema é constituído placa cimentícia,

membrana hidrófuga de alta resistência, tela de fibra que permite o tratamento e estruturação da superfície sobre as placas cimentícias, massa *base coat system* (auxiliando na distribuição de cargas de movimentação das placas em toda a superfície, impermeabilização, barreira de calor e acabamento), cantoneira de PVC com tela de fibra de vidro para cantos e quinas, pingadeira PVC para aplicação em rodapé externos e parafusos específicos para placas cimentícias fixadas em perfis *steel frame* (espessura da chapa de aço a partir de 0,80 mm). No objeto de estudo trabalharam três equipes na fase de execução, cada uma composta por dois gesseiros profissionais e dois ajudantes.

Paralelo ao subprocesso de execução dos sistemas são realizadas visitas periódicas pela equipe de engenharia desde o início até o final da obra com o objetivo de sanar dúvidas de projetos ou de montagem para os clientes e funcionários. As medições dos serviços realizados pelos funcionários e contratantes também foram definidos como subprocessos. O primeiro determina a produção das equipes a partir da demanda, resultando no pagamento que ocorre todo 5º dia útil e 20º dia do mês. As medições por parte da contratante acontecem em até duas vezes por mês e no final da obra, em alguns casos, dependendo da velocidade de produção apenas na entrega dos sistemas. Ambos os subprocessos são realizados pela equipe de engenharia da empresa contratada. Para este processo foi determinado que apenas o subprocesso de execução seria considerado crítico, pois o mesmo constitui em um sequenciamento determinante para o desencadeamento dos tempos de obra.

A análise financeira, processo 04, inicia-se antes do término da execução da obra (Figura 07). Nele, são analisados os materiais, desde a compra até a entrega na obra, analisando fatores importantes como custo, formas de faturamento e condições de entrega. As despesas relacionadas descrevem os gastos com transportes, estadias – quando a obra é realizada em outras cidades, refeições, alugueis de andaimes para a execução, equipamentos de proteção individual para os funcionários e outros.

Figura 07 – Processo 04: análise financeira



Fonte: A autora.

Nesse processo, a análise de medições de funcionários e contratantes acontecem no escritório da empresa, com a equipe de departamento financeiro, incluindo pagamentos de

funcionários, emissões de notas fiscais e recebimentos dos faturamentos. O saldo da obra é determinado ao final da análise de todos os subprocessos anteriores. Esse constitui-se num dos principais indicadores de melhoria dos processos dentro da empresa. O fornecedor passa a ser o produto do processo de execução e o cliente representado pela equipe de engenharia. O departamento financeiro é o responsável por informar se houve uma avaliação positiva ao final da obra à equipe de engenharia. No processo 04, a análise de despesas, materiais e saldo final da obra foram consideradas como subprocessos críticos.

3.2 DETERMINAÇÃO DOS TEMPOS DE PRODUÇÃO

Nessa etapa, foram analisados apenas os subprocessos críticos por apresentarem maior potencial de melhorias do macroprocesso quando sofrem alterações. Foi considerada a mesma capacidade e demanda para o cálculo do *takt time* e tempo de ciclo visto que o parâmetro possível de ser analisado através do material de pesquisa disponibilizado pela empresa era o fator tempo.

Nos quatro processos analisados – orçamento, preparação para início da obra, execução e análise financeira – o volume de demanda ou capacidade, foi definido como unitário por representarem fornecimento de: um orçamento, uma preparação para o início da execução, uma execução de obra e uma análise financeira. No Processo 03, durante a execução, houve alteração do volume na demanda (diminuição de área de fechamento com placa cimentícia) e, por isso, foi aplicado um fator de correção de 0,97 no tempo de ciclo do subprocesso, representando o decréscimo da área e a possibilidade de comparar demandas e capacidades iguais. De posse do tempo de ciclo e do *takt time* foi possível determinar o coeficiente α e classificação dos itens, como mostrado no Quadro 01, classificando-o em insatisfatório, ajustado e subutilizado.

Quadro 01 – Cálculo das variáveis e classificação dos subprocessos

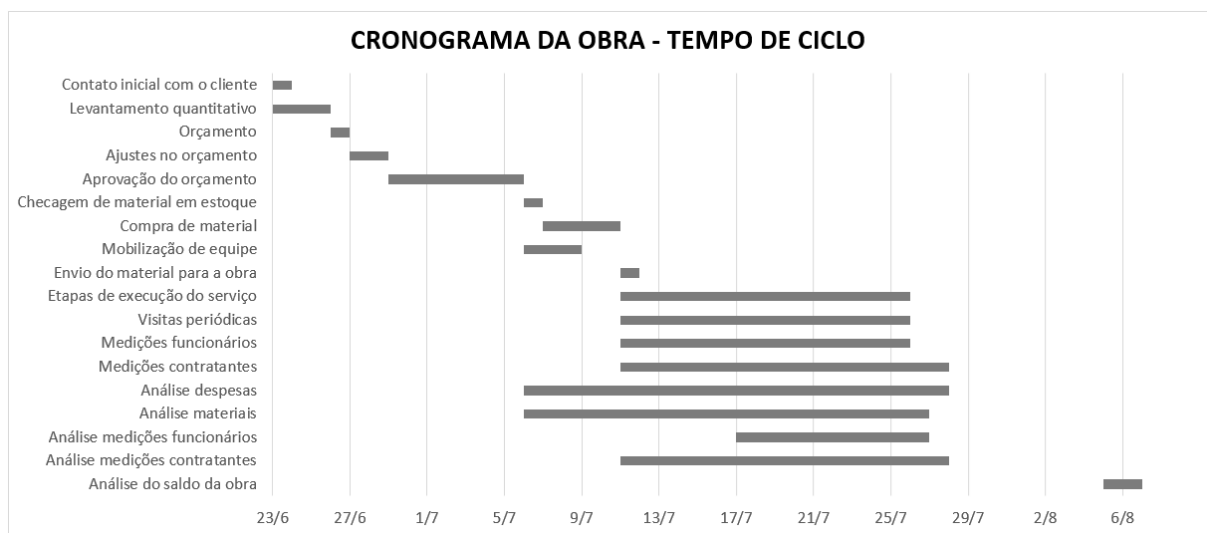
			TEMPO DE CICLO (DIAS/CAPACIDADE)	TAKT TIME CALCULADO (DIAS/DEMANDA)	α	CLASSIFICAÇÃO DOS SUBPROCESSOS
PROCESSO 01	SUBPROCESSO 1.1	CONTATO INICIAL COM O CLIENTE	1,00	1,00	1,00	AJUSTADO
	SUBPROCESSO 1.2	LEVANTAMENTO QUANTITATIVO	3,00	1,00	3,00	SUBUTILIZADO
	SUBPROCESSO 1.3	ORÇAMENTO	1,00	1,00	1,00	AJUSTADO
	SUBPROCESSO 1.4	AJUSTES NO ORÇAMENTO	2,00	2,00	1,00	AJUSTADO
	SUBPROCESSO 1.5	APROVAÇÃO DO ORÇAMENTO	7,00	7,00	1,00	AJUSTADO
PROCESSO 02	SUBPROCESSO 2.1	CHECAGEM DE MATERIAL EM ESTOQUE	1,00	2,00	0,50	INSATISFATÓRIO
	SUBPROCESSO 2.2	COMPRA DE MATERIAL	4,00	8,00	0,50	INSATISFATÓRIO
	SUBPROCESSO 2.3	MOBILIZAÇÃO DE EQUIPE	3,00	4,00	0,75	INSATISFATÓRIO
PROCESSO 03	SUBPROCESSO 3.1	ETAPAS DE EXECUÇÃO DO SERVIÇO	14,55	16,00	0,91	INSATISFATÓRIO
	SUBPROCESSO 4.1	ANÁLISE DESPESAS	22,00	25,00	0,88	INSATISFATÓRIO
PROCESSO 04	SUBPROCESSO 4.2	ANÁLISE MATERIAIS	21,00	16,00	1,31	SUBUTILIZADO
	SUBPROCESSO 4.3	SALDO FINAL DA OBRA	2,00	1,00	2,00	SUBUTILIZADO

Fonte: A autora.

De acordo com os resultados apresentados, verifica-se que os subprocessos referentes a fase de orçamento estão ajustados, e o levantamento de quantitativo foi realizado em um tempo menor que o previsto. No processo referente a preparação para o início da obra (processo 2), todos os subprocessos foram classificados como insatisfatórios: checagem de material em estoque; compra de material e mobilização de equipe. Esse resultado indica que a demanda foi maior que a capacidade, causando lentidão no macroprocesso e atrasos. Nos processos 03 e 04, as etapas de execução de serviços e análise de despesas, respectivamente, também foram insatisfatórias contribuindo para os atrasos. No processo 04, os subprocessos referentes a análise de materiais e saldo da obra foram subutilizados.

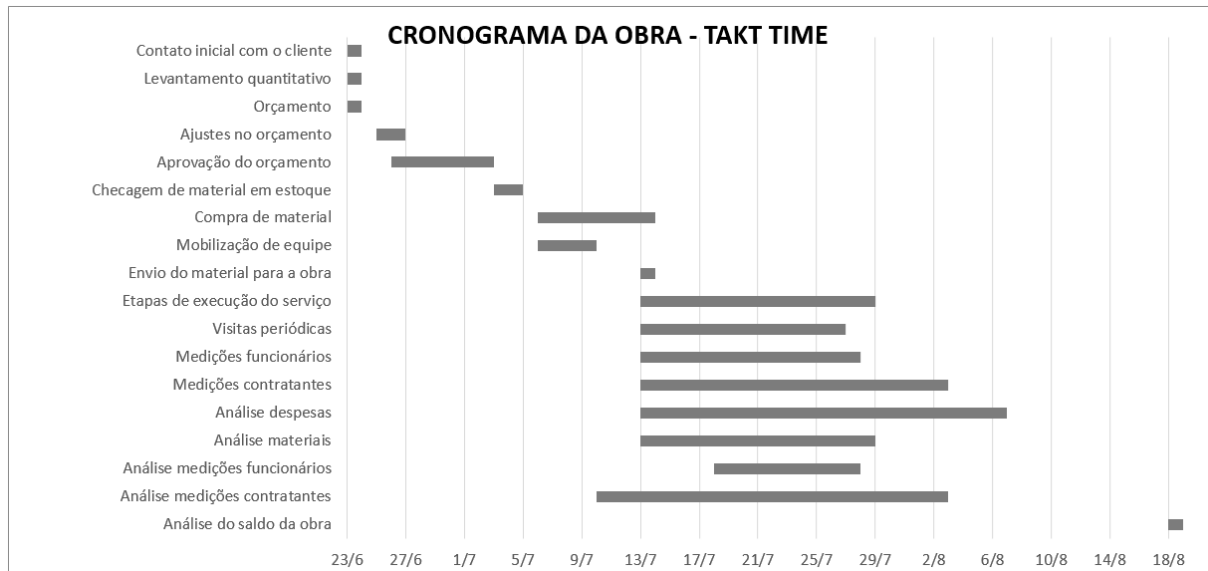
Após a determinação das variáveis de tempo, foram traçados dois cronogramas para o macroprocesso estabelecido. O primeiro relacionado à capacidade do sistema, funcionamento da empresa e expectativa sobre a realização das atividades, através do cálculo do tempo de ciclo de cada subprocesso (Figura 8). O segundo refere-se a demanda, ou seja, o *takt time* para cada subprocesso do estudo de caso (Figura 10). As datas foram estabelecidas com as informações fornecidas pela empresa e ajustadas posteriormente a partir dos tempos de ciclo.

Figura 08 – Cronograma da obra a partir da determinação do tempo de ciclo



Fonte: A autora.

Figura 09 – Cronograma da obra determinado a partir do *takt time*



Fonte: A autora.

A partir das informações obtidas nos cronogramas, determinou-se o tempo entre o momento do pedido do cliente até a chegada do produto a ele (*lead-time*) do macroprocesso analisado, conforme Equações 6 e 7. Por existir subprocessos que acontecem paralelamente, o *lead-time* pode ser calculado como sendo a diferença entre as datas final e inicial.

$$LEAD - TIME DESEJADO = DATA FINAL - DATA INICIAL = 44 DIAS \quad (\text{Equação 6})$$

$$LEAD - TIME REAL = DATA FINAL - DATA INICIAL = 56 DIAS \quad (\text{Equação 7})$$

Observa-se que o *lead-time* real é superior ao desejado, confirmando a ocorrência de atraso no macroprocesso adotado pela empresa. Essa informação juntamente com a análise do coeficiente α permitiu identificar os subprocessos que representam os gargalos e o tempo de atraso permitindo a elaboração de melhorias. No Quadro 2 estão indicadas algumas melhorias que podem contribuir para a otimização do *lead-time* da empresa. Embora tenham sido elaboradas para a obra estudada, essas podem ser aplicadas em obras similares efetuadas pela empresa.

Quadro 02 – Proposta de melhorias para os subprocessos insatisfatórios na empresa analisada

Subprocesso	Desperdício	Fonte (gargalo)	Proposta de melhoria
2.1 Checagem de material em estoque	Atraso na checagem de material	Orçamentos que utilizam de quantitativos fornecidos pelo cliente e, por isso, resultam em atrasos na checagem de material. Desse modo, o levantamento de quantitativos passa a ser realizado nessa etapa.	Análise de projetos ou <i>in loco</i> sempre que possível considerando mais detalhes no levantamento de quantitativos e agilizando a etapa de checagem de material.
2.2 Compra de material	Atraso na compra de material	Cadastros desatualizados, dificuldade em achar fornecedores de produtos específicos, atraso na fase de levantamento de materiais, realização de levantamentos parciais que não consideram alterações que poderiam ter sido previstas pelo cliente.	Atualizar cadastros e listas de fornecedores dos principais materiais, definir os detalhes construtivos na etapa de ajuste de orçamento, determinar o levantamento total de material na etapa de checagem de estoque.
2.2 Compra de material	Atraso na compra de material	Materiais solicitados em um curto intervalo de tempo até a utilização	Estabelecer um cronograma de obra interno da empresa e atualizá-lo após visitas, onde a equipe de escritório tenha tempo hábil de realizar compras sem comprometer o <i>takt time</i> da obra.
2.3 Mobilização de equipe	Equipe mobilizada não permanece até o final	Não tem frente de serviço	Definir com a equipe de obra do cliente o momento ideal de entrada e permanência em obra. Levar em consideração a capacidade, a demanda e a quantidade ideal de funcionários considerando tempo de obra.
3.1 Etapas de execução do serviço	Tempo ocioso dos funcionários na espera de tomadas de decisões	Dificuldade dos contratantes em entender o sistema e solucionar em obra possíveis intercorrências	Aumentar a quantidade quando necessário das visitas periódicas da equipe de engenharia ou torná-las mais objetivas.
3.1 Etapas de execução do serviço	Pouco diálogo entre equipes diferentes	Dificuldade em estabelecer análise dos processos e rotina da empresa para as obras finalizadas	Propor a emissão de relatório no final de cada obra com as principais conquistas e aspectos que poderiam ser melhorados definindo estratégias a partir de equipes multidisciplinares.
4.1 Análise despesas	Atraso na análise de despesas	Pouco tempo dedicado à preparação de obra	Antecipar a análise de despesas para que ocorra assim que o Processo 02 inicie, permitindo tomada de decisões mais assertivas e diminuição de desperdícios intrínsecos a processos com pouco planejamento.

Os subprocessos insatisfatórios representam os gargalos da produção. Contudo, após uma análise mais criteriosa sobre os processos em geral, conclui-se que os classificados como subutilizados podem ser vistos de duas formas, sendo interessante analisá-los na tentativa de diminuição do *lead-time*. A primeira forma pressupõe que o subprocesso obteve uma grande eficiência, sendo realizado em um tempo menor que o estimado e visto como um resultado positivo. A segunda forma justifica a agilidade na hipótese de que alguma atividade prevista deixou de ser realizada naquele subprocesso e passou a ser feita em subprocessos posteriores, acarretando em atrasos no sistema como um todo.

A análise de subprocessos ajustados também é interessante para a aplicação de outros conceitos da construção enxuta, como: considerar as necessidades dos clientes, aumentar a flexibilidade de saída e transparência e praticar o *benchmarking*. Para isso, propõe-se melhorias como a realização de reuniões para apresentação do orçamento e definição de detalhes construtivos, visando entender as expectativas dos clientes quanto ao resultado do projeto; elaborar material de apoio que possa auxiliar o cliente no entendimento das vantagens do sistema e leitura de especificações de orçamento; envio de um dossiê com as principais obras e definição de início da forma de pagamento para que a equipe possa entregar um orçamento mais competitivo. São alterações que não influenciam diretamente nos tempos de produção e, por isso, não são o foco do trabalho, mas permitem importantes considerações na aplicação da filosofia.

4 CONCLUSÃO

O estudo mostrou a importância do mapeamento dos processos e subprocessos utilizados por uma empresa fornecedora de sistema *drywall* desde o contato inicial do cliente até a entrega final na identificação dos principais gargalos da cadeia produtiva. A partir da definição do macroprocesso, foi possível determinar o tempo de ciclo e o *takt time* nas atividades realizadas, identificando os subprocessos insatisfatórios que geram atrasos e lentidão no macroprocesso. Na obra analisada verificou-se que as principais fontes de atraso estão relacionadas ao processo de preparação para o início da obra. A checagem de material em estoque, compra de material e mobilização de equipe são subprocessos críticos que precisam ser aperfeiçoados. Além desses, a etapa de execução da obra e a análise financeira também contribuíram para o aumento do *lead-time*, sendo esse 30% superior ao tempo desejado.

Reconhece-se as limitações do estudo, pois o mesmo não é capaz de especificar todas as fontes de atraso. No entanto, a abordagem escolhida contribui para a melhoria contínua dos

processos de produção diminuindo desperdícios de tempo e custo, e em alguns casos, agregando valor ao produto final. Trata-se de uma metodologia simples baseada na filosofia da construção enxuta que pode ser aplicada por diferentes empresas relacionadas à construção civil, prestadoras de serviços ou não, para auxiliar no processo de gestão e tomada de decisões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, R. R.; ANTUNES JR., J. A.V. Takt-time: conceitos e contextualização dentro do sistema Toyota de Produção. **Gestão & Produção**, v. 8, n. 1, p. 1-18, 2001. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2001000100002>>. Acesso em: 04.09.2020.

BULHÕES, I. R.; PICCHI, F. A. Diretrizes para a implementação de fluxo contínuo em obras de edificações. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 4, p. 205-223, 2011. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/s1678-86212011000400014>>. Acesso em: 04.09.2020.

FAZINGA, W. R.; SAFFARO, F. A. Identificação dos elementos do trabalho padronizado na construção civil. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 3, p. 22-44, 2012. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/s1678-86212012000300003>>. Acesso em: 08.10.2020.

LIMA, A. C. **Gerenciamento de processos na execução de macroprocesso construtivo: um estudo de caso aplicado no processo estrutural**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. 1998.

SANTOS, P. R. R.; SANTOS, D. G. Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos. *Ambiente Construído*, v.17, n. 2, p. 39–52. 2017. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000200145>>. Acesso em: 08.10.2020.

SCHEIDEGGER, G. M. Análise física do sistema drywall: uma revisão bibliográfica. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v.04, p.19-41. 2019.

SEBRAE, (ed.). **Lean Construction: Diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. 5. ed. Porto Alegre - RS: SEBRAE, abril 2000. 183 p.